

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-044191

(43)Date of publication of application : 16.02.2001

(51)Int.Cl. H01L 21/316  
C08J 7/04  
C08K 3/04  
C08L 83/04  
H01L 21/3065  
H01L 21/312  
H01L 21/768  
// C08J 7/00

(21)Application number : 11-211501

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 27.07.1999

(72)Inventor : IKEDA KOICHI  
FUKAZAWA MASANAGA  
KITO HIDEYOSHI  
HASEGAWA TOSHIKI

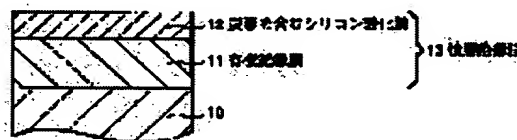
(54) LAMINATED INSULATING FILM, MANUFACTURE THEREOF, SEMICONDUCTOR DEVICE AND MANUFACTURE THEREOF

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the performance of a semiconductor device, such as signal propagation delay, by reducing capacitance between interconnect layers and capacitance between interconnects while forming a silicon oxide film containing carbon on an organic insulating film.

SOLUTION: A silicon oxide film 12 containing carbon is formed on an organic insulating film 11. Due to carbon present therein, the film 12 exhibits low relative permittivity while still holding the inorganic properties of a conventional silicon oxide film not containing an impurity such as carbon. Therefore, even when the insulating film having inorganic properties is formed on the film 11 having a low relative permittivity, lower relative permittivity can be achieved.

Thus, a laminated insulating film 13 is interposed between interconnect layers and between interconnects, whereby capacitance between the interconnect layers and between the interconnects can be reduced, and this contributes to improving the performance of a semiconductor device, such as signal propagation delay.



(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-44191

(P2001-44191A)

(43) 公開日 平成13年2月16日 (2001.2.16)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコード* (参考)
H 0 1 L 21/316		H 0 1 L 21/316	G 4 F 0 0 6
C 0 8 J 7/04	CEW	C 0 8 J 7/04	M 4 F 0 7 3
	CEZ		CEWM 4 J 0 0 2
C 0 8 K 3/04		C 0 8 K 3/04	CEZM 5 F 0 0 4
			5 F 0 3 3
審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 12 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願平11-211501

(22) 出願日 平成11年7月27日 (1999.7.27)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 池田 浩一

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 深沢 正永

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74) 代理人 100086298

弁理士 船橋 國則

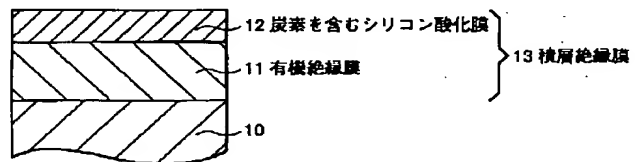
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 積層絶縁膜とその製造方法および半導体装置とその製造方法

## (57) 【要約】

【課題】 有機絶縁膜上に、その有機絶縁膜が損傷することなく、無機質の性質を有する低誘電率（比誘電率＝3.0以下）な炭素を含むシリコン酸化膜を形成する技術を提供する。

【解決手段】 有機絶縁膜11と、この有機絶縁膜11上に形成した炭素を含むシリコン酸化膜12とからなる積層絶縁膜13であり、炭素を含むシリコン酸化膜12はその膜中の8 a t %以上25 a t %以下の炭素を含んでいるものである。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 有機絶縁膜と、  
前記有機絶縁膜上に形成した炭素を含むシリコン酸化膜  
とからなることを特徴とする積層絶縁膜。

【請求項 2】 前記炭素を含むシリコン酸化膜は、膜中  
の炭素量が 8 a t % 以上 25 a t % 以下であることを特  
徴とする請求項 1 記載の積層絶縁膜。

【請求項 3】 基板上に有機絶縁膜を成膜する工程と、  
塗布法によって前記有機絶縁膜上に炭素を含むシリコン  
酸化膜を成膜する工程とを備えたことを特徴とする積層  
絶縁膜の製造方法。

【請求項 4】 前記炭素を含むシリコン酸化膜は有機 S  
OG 溶液を塗布して形成することを特徴とする請求項 3  
記載の積層絶縁膜の製造方法。

【請求項 5】 前記炭素を含むシリコン酸化膜の膜中の  
炭素量が 8 a t % 以上 25 a t % 以下となるように成膜  
することを特徴とする請求項 3 記載の積層絶縁膜の製造  
方法。

【請求項 6】 絶縁膜を備えた半導体装置において、  
前記絶縁膜の少なくとも一部に、  
有機絶縁膜と、  
前記有機絶縁膜上に形成した炭素を含むシリコン酸化膜  
とからなる積層絶縁膜を有することを特徴とする半導体  
装置。

【請求項 7】 前記炭素を含むシリコン酸化膜は、膜中  
の炭素量が 8 a t % 以上 25 a t % 以下であることを特  
徴とする請求項 6 記載の半導体装置。

【請求項 8】 基板上に有機絶縁膜を成膜する工程と、  
前記有機絶縁膜上に炭素を含むシリコン酸化膜を塗布法  
によって成膜する工程とを備えたことを特徴とする半導  
体装置の製造方法。

【請求項 9】 前記炭素を含むシリコン酸化膜は有機 S  
OG 溶液を塗布して形成することを特徴とする請求項 8  
記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 10】 前記炭素を含むシリコン酸化膜の膜中  
の炭素量が 8 a t % 以上 25 a t % 以下となるように成  
膜することを特徴とする請求項 8 記載の半導体装置の製  
造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、積層絶縁膜の製造  
方法および半導体装置の製造方法に関し、詳しくは炭素  
を含むシリコン酸化膜を含む積層絶縁膜とその製造方法  
およびその積層絶縁膜を層間絶縁膜に用いた半導体装置  
とその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、半導体集積回路の集積度の向上に  
ともない、LSI の高速化、低消費電力化を達成するため、  
層間絶縁膜材料に低誘電率膜を用いることが要求  
されている。そこで従来の層間絶縁膜材料として用いら

れてきたシリコン酸化膜に代わり、低誘電率材料として  
有機絶縁膜を使用する試みが、例えばドライプロセスシ  
ンポジウム予稿集 (1997) 長谷川他によって報告さ  
れている。ここで報告されている有機絶縁膜は、構成元  
素にシリコンを含まない有機ポリマーを使用するもので  
ある。

【0003】上記有機絶縁膜を加工するにはシリコン酸  
化膜を加工用マスクとして用いることが一般的である。  
例えば酸素や窒素ガスプラズマを用いてドライエッチン  
グ加工することが、ドライプロセスシンポジウム予稿集  
(1998) 深沢他によって報告されている。加工用マ  
スクとして用いたシリコン酸化膜は有機絶縁膜の加工後  
も除去されずに残り、完成した半導体装置の一部を構成  
する材料となる。このシリコン酸化膜は、一般にフッ素  
を含むガスで加工することができるが、このガス系では  
有機絶縁膜の加工は進行しにくい。いわゆる、加工選択  
比が高い状況を得ることができ、半導体装置の製造プロ  
セスを構築する上でも好ましかった。

【0004】そして、配線工程では、そのプロセス温度  
は 400℃ 以下とする必要があることから、上記シリ  
コン酸化膜は、プラズマ CVD 法により形成されることが  
一般的であった。例えばその成膜条件としては、モノシ  
ラン ( $\text{SiH}_4$ ) (例えば 100 s c c m) と一酸化二  
窒素 ( $\text{N}_2\text{O}$ ) (例えば 2000 s c c m) と窒素 ( $\text{N}_2$ )  
(例えば 1000 s c c m) とをプラズマ CVD 装  
置の成膜室内に供給し、供給マイクロ波パワーを 350  
W、基板サセプタの温度を 400℃ に設定していた。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、層間絶  
縁膜を有機材料で形成した場合、有機絶縁膜が酸素によ  
り容易に燃焼する問題がある。有機絶縁膜は、酸素系ガ  
スにより容易に加工することができる反面、酸化ダメ  
ージが容易に入る。窒素ガスを用いた加工であっても、被  
加工膜である有機絶縁膜の周囲の酸化膜中からの脱ガス  
成分により、有機絶縁膜に容易にダメージが入る。これ  
は従来のアッシング (灰化) 工程として知られているプ  
ロセス技術のように、燃焼消滅しないまでも膜中で酸化  
分解反応が進行し、揮発性の炭化水素 (もしくは酸素を  
含む炭化水素) を放出する。このような有機絶縁膜上に  
シリコン酸化膜は積層される。

【0006】ところで、LSI 製造工程の配線工程でシ  
リコン酸化膜を成膜する場合には、成膜温度に制約があ  
ること、また生産性等の制約により、一般的にプラズマ  
CVD 法により成膜される。しかしながら、プラズマ C  
VD 法によりシリコン酸化膜を成膜する際に用いる反応  
ガスには酸化剤が含まれている。例えば、シリコン原料  
にシランガスをを用いる CVD 法では、酸化剤に一酸化二  
窒素を用いる。またテトラエトキシシラン ( $\text{TEOS}$ )  
を用いる CVD 法では酸素を用いるのが一般的となっ  
ている。

【0007】有機絶縁膜上にある程度のシリコン酸化膜が形成された後は、そのシリコン酸化膜自体によって、酸化性ガスプラズマが有機絶縁膜表面を直接アタックすることを防ぐ機能を果たす。しかしながら、成膜の初期段階では、有機絶縁膜表面での酸化燃焼反応が懸念される。マイクロ波印加条件やガス供給タイミングの制御などで、成膜の初期段階での酸化燃焼反応を制御する試みも成されているが、十分に酸化燃焼反応を抑制するに至っていない。

【0008】例えば、従来より用いられてきたタングステンビアプラグを用いたアルミニウム配線では、図7の(1)に示すように、基板101上に第1の配線111が形成され、その第1の配線111を覆う状態に第1の有機絶縁膜112が形成されていて、さらにその上に第1のシリコン酸化膜113が形成されている。第1のシリコン酸化膜113から第1の有機絶縁膜112に第1の配線111に達する第1の接続孔114が形成され、その第1の接続孔114の内部には第1のプラグ115がタングステンを埋め込んで形成されている。

【0009】さらに、第1のシリコン酸化膜113上には、第2の配線116が形成され、その第2の配線116を覆う状態に第2の有機絶縁膜117が形成されていて、その上に第2のシリコン酸化膜118が形成されている。第2のシリコン酸化膜118から第2の有機絶縁膜117に第2の配線116に達する第2の接続孔119が形成され、その第2の接続孔119の内部には第2のプラグ120がタングステンを埋め込んで形成されている。

【0010】一方、例えば、銅ダマシン配線では、図7の(2)に示すように、基板201上に第1の有機絶縁膜211が形成されていて、さらにその上に第1のシリコン酸化膜212が形成されている。第1のシリコン酸化膜212と第1の有機絶縁膜211には第1の溝213が形成され、その内部に第1の配線214が形成されている。上記第1のシリコン酸化膜212上には第1の配線214を覆う第2の有機絶縁膜215、第2のシリコン酸化膜216、第3の有機絶縁膜217、第3のシリコン酸化膜218が順に積層されている。

【0011】第3のシリコン酸化膜218と第3の有機絶縁膜217とは、第2の溝219が形成され、その内部に第2の配線220が形成されている。第2のシリコン酸化膜216と第2の有機絶縁膜215とは、第2の配線220と第1の配線214とを接続する第1の接続孔221が形成され、その第1の接続孔221の内部には第1のプラグ222が形成されている。

【0012】さらに、第3のシリコン酸化膜218上には、第2の配線220を覆う、第4の有機絶縁膜223と第4のシリコン酸化膜224とが順に積層されている。この第4のシリコン酸化膜224と第4の有機絶縁膜223とは、第2の配線220に達する第2の接続

孔225が形成され、その第2の接続孔225の内部には第2のプラグ226が形成されている。

【0013】上記図7の(1)、(2)に示した各配線構造では、プラズマCVD法により、それぞれの有機絶縁膜上にシリコン酸化膜を直接形成した場合には、それぞれのシリコン酸化膜との界面周辺における有機絶縁膜にダメージが発生する。

【0014】また、前記図7によって説明した各構造の絶縁膜に低誘電率化のための有機絶縁膜として、例えば比誘電率が約2.7のポリアリールエーテル膜を用いた場合、シリコン酸化膜の比誘電率が4.2であるため、低誘電率膜を用いた効果がシリコン酸化膜により減少する。そのため、それぞれの膜厚の比率にも依るが、有機絶縁膜とシリコン酸化膜とを合わせた膜の実効比誘電率は3.0を越えてしまう。このように、配線層間容量や配線間容量の低減効果が十分に得られず、信号伝播遅延等の半導体装置の性能に直接関係する課題も生じる。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記課題を解決するためになされた積層絶縁膜とその製造方法および半導体装置とその製造方法である。

【0016】積層絶縁膜は、有機絶縁膜と、この有機絶縁膜上に形成した炭素を含むシリコン酸化膜とからなるものであり、炭素を含むシリコン酸化膜は膜中の炭素量が8at%以上25at%以下となっているものである。

【0017】上記積層絶縁膜では、有機絶縁膜上に炭素を含むシリコン酸化膜が形成されていることから、有機絶縁膜をエッチングする際に、炭素を含むシリコン酸化膜がエッチングマスクの作用を有する。また、炭素を含むシリコン酸化膜は、その膜中に炭素量が8at%以上25at%以下含まれていることから、比誘電率が炭素等の不純物を含まないシリコン酸化膜よりも低く、例えば2.0~3.0程度となる。したがって、有機絶縁膜と炭素を含むシリコン酸化膜とを合わせた比誘電率は3.0以下となり、低誘電率な絶縁膜が構成されている。

【0018】なお、炭素を含むシリコン酸化膜中の炭素の含有量が25at%を超えるような状態になると、炭素を含むシリコン酸化膜は無機的な性質が低下し有機的な性質が強まる。特に炭素の含有量が30at%を超えるような状態になると、炭素を含むシリコン酸化膜は無機的な性質がほとんど無くなり、有機的な性質になる。その結果、下地の有機絶縁膜と同様なエッチング特性を有するものとなり、有機絶縁膜のエッチングマスクとしての機能を果たさなくなる。一方、炭素を含むシリコン酸化膜中の炭素の含有量が8at%を下回ると、炭素を含まないシリコン酸化膜とほぼ同等もしくはそれに近い比誘電率値となり、炭素を含ませたことによる低誘電率化の効果が十分に引き出せない。

【0019】積層絶縁膜の製造方法は、基板上に有機絶縁膜を成膜する工程と、この有機絶縁膜上に炭素を含むシリコン酸化膜を塗布法によって成膜する工程とを備えた製造方法であり、炭素を含むシリコン酸化膜の膜中の炭素量が8at%以上25at%以下となるように成膜する。

【0020】上記積層絶縁膜の製造方法では、有機絶縁膜上に炭素を含むシリコン酸化膜を塗布法によって成膜することから、いわゆる低温成膜が可能になり、その上成膜時にプラズマやスパッタ作用を受けないので、有機絶縁膜の表面は成膜によるダメージを受けない。また、有機絶縁膜をエッチングする際には、炭素を含むシリコン酸化膜をエッチングマスクとして用いることが可能になる。また、炭素を含むシリコン酸化膜の膜中の炭素量が8at%以上25at%以下となるように炭素を含むシリコン酸化膜を成膜することから、炭素を含むシリコン酸化膜の比誘電率はシリコン酸化膜のみも膜よりも低くなり、例えば2.0～3.0程度となる。したがって、有機絶縁膜と炭素を含むシリコン酸化膜とを合わせた比誘電率は3.0以下となり、低誘電率な積層絶縁膜が形成される。また、炭素の含有量を上記のように設定した理由は、前記説明した理由と同様である。

【0021】半導体装置は、絶縁膜の少なくとも一部が、有機絶縁膜と、この有機絶縁膜上に形成した炭素を含むシリコン酸化膜とからなる積層絶縁膜を有するものであり、炭素を含むシリコン酸化膜は、その膜中の炭素量が8at%以上25at%以下となっているものである。

【0022】上記半導体装置では、絶縁膜の少なくとも一部に、有機絶縁膜と、この有機絶縁膜上に形成した炭素を含むシリコン酸化膜とからなる積層絶縁膜を有することから、その積層絶縁膜は、従来の有機絶縁膜上に炭素等の不純物を含まないシリコン酸化膜（比誘電率＝4.2）を積層したものより比誘電率が低いものとなる。つまり、シリコン酸化膜は炭素を含むことにより比誘電率を下げる特徴があるため、上記炭素を含むシリコン酸化膜は何ら不純物を含まないシリコン酸化膜よりも比誘電率が低いものとなるからである。

【0023】さらに炭素を含むシリコン酸化膜は、その膜中に炭素量が8at%以上25at%以下含まれていることから、その比誘電率は炭素の含有量によるが、例えば2.0～3.0程度となる。また、有機絶縁膜の比誘電率は通常3.0以下となっている。したがって、有機絶縁膜と炭素を含むシリコン酸化膜とを合わせた比誘電率は3.0以下となり、低誘電率な積層絶縁膜が構成される。そのため、上記積層絶縁膜を配線層間や配線間に用いることにより、配線層間容量や配線間容量が低減され、信号伝播遅延等の半導体装置の性能の向上が図られる。また、炭素の含有量を上記のように設定した理由は、前記説明した理由と同様である。

【0024】また、有機絶縁膜をエッチングする際に、炭素を含むシリコン酸化膜をエッチングマスクとして用い、それを残して半導体装置の絶縁膜に用いても、上記説明したように、積層絶縁膜の比誘電率が3.0以下となるので、低誘電率化が損なわれることはない。

【0025】半導体装置の製造方法は、基板上に有機絶縁膜を成膜する工程と、その有機絶縁膜上に炭素を含むシリコン酸化膜を塗布法によって成膜する工程とを備えている製造方法であり、炭素を含むシリコン酸化膜は、有機SOG溶液を塗布して形成する。また炭素を含むシリコン酸化膜の膜中の炭素量が8at%以上25at%以下となるように成膜する製造方法である。

【0026】上記半導体装置の製造方法では、有機絶縁膜上に炭素を含むシリコン酸化膜を塗布法によって成膜することから、いわゆる低温成膜が可能になり、その上成膜時にプラズマやスパッタ作用を受けないので、有機絶縁膜の表面は成膜によるダメージを受けない。さらに炭素を含むシリコン酸化膜を有機SOG溶液を塗布して形成することから、炭素を含むシリコン酸化膜中の炭素の含有量は、有機SOG溶液中の炭素を含む基の構造と量により調整できる。例えばメチル基とエチル基の置き換えやアルキル基の量を制御して調整することが可能である。そのため、所望の炭素量を含む上記炭素を含むシリコン酸化膜が形成される。

【0027】また、有機絶縁膜をエッチングする際には、炭素を含むシリコン酸化膜が無機質の性質を有するため、それをエッチングマスクとして用いることが可能になる。また、炭素を含むシリコン酸化膜の膜中の炭素量が8at%以上25at%以下となるように炭素を含むシリコン酸化膜を成膜することから、炭素を含むシリコン酸化膜の比誘電率はシリコン酸化膜のみも膜よりも低くなり、例えば3.0程度またはそれ以下となる。したがって、有機絶縁膜と炭素を含むシリコン酸化膜とを合わせた比誘電率は3.0以下となり、低誘電率な積層絶縁膜が形成される。また、炭素の含有量を上記のように設定した理由は、前記説明した理由と同様である。

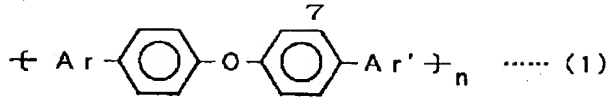
【0028】

【発明の実施の形態】本発明の積層絶縁膜とその製造方法に係わる実施の形態の一例を、図1の概略構成断面図によって説明する。

【0029】図1に示すように、基板10上には有機絶縁膜11が形成されている。この有機絶縁膜11は、例えば比誘電率が2.75のポリアリールエーテル膜で形成されている。このポリアリールエーテル膜は、一般的に化学式(1)で表されるものであり、例えばFLARE（商品名）、SiLK（商品名）、VELOX（商品名）等が開発されており、それらを用いることができる。

【0030】

【化1】



(ただし、Ar、Ar' は芳香族を表す)

【0031】さらに有機絶縁膜11上には炭素を含むシリコン酸化膜12が形成されている。この炭素を含むシリコン酸化膜12は、炭素を8at%~25at%、好ましくは10at%~20at%程度含むことで無機質の性質を有するシリコン酸化膜であり、好ましくは塗布法により形成されたものである。この実施の形態では、一例として、炭素を20at%含む比誘電率が2.70を有する炭素を含むシリコン酸化膜を用いた。このように、積層絶縁膜13は有機絶縁膜11と炭素を含むシリコン酸化膜12とからなる積層膜で構成されている。

【0032】また上記有機絶縁膜11は、上記説明したポリアリールエーテル膜に限定されることはなく、例えば比誘電率が3.0以下の有機絶縁膜であればどのような材料の膜であってもよい。例えば、環状フッ素樹脂・シロキサン共重合体、テフロン(PTFE)、アモルファステフロン(例えば、テフロンAF:商品名)、シクロポリマライズドフロリネーテッドポリマー(例えばサイトップ:商品名)、フッ化ポリイミド、ポリイミド、BCB等の樹脂を用いることも可能である。

【0033】次に、炭素を含むシリコン酸化膜12の炭素の含有量の範囲について、図2により説明する。図2では、縦軸に炭素を含むシリコン酸化膜の比誘電率を示し、縦軸に炭素の含有量を示す。

【0034】図2の斜線部分で示すように、炭素を含むシリコン酸化膜中の炭素量が多くなると比誘電率は低下していることがわかる。また上記炭素を含むシリコン酸化膜12は、図中の丸印で示したように炭素の含有量(20at%)で比誘電率2.70を有していた。ここで、炭素の含有量と比誘電率との関係がある幅を持った関係となっているのは、炭素を含むシリコン酸化膜が同量の炭素を含む場合であっても密度が異なる場合には比誘電率が異なるためである。比誘電率が3.0以下となるには、膜の密度にもよるが、少なくとも炭素量が8at%以上は必要である。一方、炭素を含むシリコン酸化膜12が無機質の性質を有するには、少なくとも炭素量が25at%以下でなければならない。

【0035】上記積層絶縁膜13では、有機絶縁膜11上に炭素を含むシリコン酸化膜12が形成されており、炭素を含むシリコン酸化膜12が無機質の性質を有することから、有機絶縁膜11をエッチングする際に、炭素を含むシリコン酸化膜12がエッチングマスクの機能を有する。

【0036】また、炭素を含むシリコン酸化膜12は、その膜中に炭素量が8at%以上25at%以下含まれていることから、比誘電率が何ら不純物を含まないシリ

コン酸化膜よりも低くなり、例えば2.0~3.0程度となる。したがって、有機絶縁膜11と炭素を含むシリコン酸化膜12とを合わせた比誘電率は3.0以下となり、低誘電率な積層絶縁膜13となる。

【0037】なお、炭素を含むシリコン酸化膜12中の炭素の含有量が25at%を超えるような状態になると、炭素を含むシリコン酸化膜12は無機質の性質が低下し有機質の性質が強まる。特に炭素の含有量が30at%を超えるような状態になると、炭素を含むシリコン酸化膜12は無機質の性質が無くなり、有機質の性質になる。その結果、下地の有機絶縁膜11と同様なエッチング特性を有するものとなり、有機絶縁膜11のエッチングマスクとしての機能を果たさなくなる。一方、炭素を含むシリコン酸化膜12中の炭素の含有量が8at%を下回ると、炭素を含まないシリコン酸化膜とほぼ同等もしくはそれに近い比誘電率値となり、炭素を含ませた低誘電率化の効果が十分に引き出せなくなる。したがって、炭素を含むシリコン酸化膜12の炭素の含有量は、上記説明したような8at%~25at%の範囲に設定した。

【0038】上記積層絶縁膜13は、以下のようにして形成する。まず、基板10上に有機絶縁膜11を、例えばポリアリールエーテル膜で形成する。このポリアリールエーテル膜の成膜には、ポリアリールエーテルの前駆体を回転塗布により成膜し、その後300℃~450℃のキュアを行って形成した。

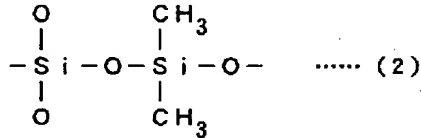
【0039】また有機絶縁膜11をフッ素樹脂で形成する場合には、上記のように塗布法で形成することも可能ではあるが、化学的気相成長(以下、CVDという、CVDはChemical Vapor Depositionの略)法によって成膜した後、300℃~450℃のキュアを行って形成してもよい。上記CVD法では、例えばフッ化炭素系のガスとして、オクタフルオロプロペン(C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>)もしくはテトラフルオロエチレン(C<sub>2</sub>F<sub>4</sub>)を用い、耐熱性を向上させるためにアセチレン(C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>)もしくはエチレン(C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>)を混合する。一般的なCVD条件としては、プラズマパワーを500W、オクタフルオロプロペン(C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>)を100sccm、エチレン(C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>)を200sccm、成膜雰囲気圧力を27Pa~667Pa、基板温度を150℃~350℃に設定した。

【0040】その後、上記有機絶縁膜11上に炭素を含むシリコン酸化膜12を塗布法によって成膜する。成膜条件の一例としては、3000rpmで回転している基板10の有機絶縁膜11上に有機SOG(Spin on glass)溶液を滴下し、遠心力により滴下した有機SOG溶液を全面に広げ、所定の膜厚の有機SOG膜を成膜する。その後、150℃~200℃でベーキングを行った後、350℃~450℃で30分~1時間程度のキュアを行う。その結果、基板10の有機絶縁膜11上に炭素

を含むシリコン酸化膜12が形成される。上記有機SOG溶液をとして、例えば化学式(2)に表されるようなMSQ(メチルシルセスキオキサン:Methyl Silsesquioxane)を用いる。

【0041】

【化2】



【0042】上記炭素を含むシリコン酸化膜12の炭素の含有量は、例えばシルセスキオキサンに結合するメチル基の量によって調整する。それによって、炭素を含むシリコン酸化膜12の膜中の炭素量が8at%以上25at%以下となるようにして、無機膜的性質、特に有機絶縁膜のエッチングマスクとなるような無機膜的エッチング特性を残しつつ比誘電率が3.0以下となるようにする。

【0043】上記積層絶縁膜の製造方法では、有機絶縁膜11上に炭素を含むシリコン酸化膜12を塗布法によって成膜することから、いわゆる低温成膜が可能になり、その上成膜時にプラズマやスパッタ作用を受けないので、有機絶縁膜11の表面は成膜によるダメージを受けない。また、有機絶縁膜11をエッチングする際には、炭素を含むシリコン酸化膜12をエッチングマスクとして用いることが可能になる。

【0044】また、炭素を含むシリコン酸化膜12の膜中の炭素量が8at%以上25at%以下となるように炭素を含むシリコン酸化膜12を成膜することから、炭素を含むシリコン酸化膜12の比誘電率はシリコン酸化膜のみも膜よりも低くなり、例えば3.0程度となる。したがって、有機絶縁膜11と炭素を含むシリコン酸化膜12とを合わせた比誘電率は3.0以下となり、低誘電率な積層絶縁膜13が形成される。また、炭素の含有量を上記のように設定した理由は、前記説明した理由と同様である。

【0045】図3の(1)に示すように、前記図1によって説明した積層絶縁膜13が複数層に形成されていてもよい。図面では窒化膜14上に、有機絶縁膜11と炭素を含むシリコン酸化膜12とからなる積層絶縁膜13を連続して3層に形成した場合を示したが、積層絶縁膜を連続して2層に形成しても、また連続して4層以上に形成してもよい。

【0046】また、図3の(2)に示すように、積層構造の膜の一部に上記積層絶縁膜13が形成されていてもよい。図面では、窒化膜14上に、有機絶縁膜11と炭素を含むシリコン酸化膜12とからなる積層絶縁膜13が形成され、さらにその上にプラズマCVD酸化膜15が形成されて成る積層膜16を3層に積層した場合を示

した。また、積層膜16を2層に形成しても、また4層以上に形成してもよい。

【0047】上記積層絶縁膜13は、例えば、配線間および配線層間の絶縁膜に用いることができる。上記炭素を含むシリコン酸化膜12は、炭素を混入させることによって、従来より用いていたシリコン酸化膜(比誘電率が4.2)に対して、2.8以下になることを確認している。これまで問題になっている酸化膜部分での比誘電率の増加の懸念が解消され、前記発明が解決しようとする課題の項目で説明したシリコン酸化膜を炭素を含むシリコン酸化膜12にそのまま置き換えると、実効比誘電率は、3.0以下に低誘電率化されることを本発明者は確認した。

【0048】次に炭素を含むシリコン酸化膜の成膜方法を検討してみた。本発明の実施の形態では、塗布法により炭素を含むシリコン酸化膜を形成した。比較例として、炭素を含むシリコン酸化膜をプラズマCVD(CVDはChemical Vapor Depositionの略である)法によって形成した。

【0049】本発明の実施の形態では、基板10上に有機絶縁膜11を形成した後、回転塗布法により、上記例えば3000rpmで回転する基板10の有機絶縁膜11上に、SOG(SOGはSpin On Glassの略である)液を滴下し、回転による遠心力により滴下したSOG液を有機絶縁膜11上の全面に広げ、SOG薄膜を形成する。その後、ベーキング、キュアを行って、炭素を含むシリコン酸化膜12を形成した。例えば、上記ベーキングは150℃~200℃で行い、上記キュアは350℃~450℃で30分~60分間行う。

【0050】次に、比較例として、炭素を含むシリコン酸化膜をプラズマCVD法により成膜した。その成膜条件は、例えば、先に示した不純物を含まないシリコン酸化膜を成膜する際に用いる原料ガスのモノシラン(SiH<sub>4</sub>)と一酸化二窒素(N<sub>2</sub>O)と窒素(N<sub>2</sub>)とにエタン(C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>)ガスを加えることにより、炭素を含むシリコン酸化膜を成膜した。その炭素濃度は、エタン(C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>)ガスの添加量により制御した。なお、成膜時の供給マイクロ波パワーは350W、基板サセプタの温度は400℃に設定した。

【0051】上記プラズマCVD法による炭素を含むシリコン酸化膜の成膜では、酸化性ガスのプラズマに有機絶縁膜の表面がさらされることにより、有機絶縁膜の分解が起こり、初期に成長する炭素を含むシリコン酸化膜の膜特性が劣化するという問題が生じた。一方、塗布法では、成膜時に有機絶縁膜の表面が劣化するような変化はなく、良好なる成膜が行えた。

【0052】次に、有機絶縁膜(例えばアリールエーテル膜)上にプラズマCVD法により炭素等の不純物を含まないシリコン酸化膜を成膜して、希フッ酸によりシリコン酸化膜をエッチングした場合、および塗布法により



炭素を含むシリコン酸化膜を成膜して、上記同様に希フッ酸によりシリコン酸化膜をエッチングした場合の、シリコン酸化膜のエッチング速度の膜厚方向依存性を調べた。その結果を図4により説明する。図では、縦軸にエッチングレートを示し、横軸に有機絶縁膜上に残るシリコン酸化膜の膜厚を示し、0の位置が有機絶縁膜との界面を表す。

【0053】図4に示すように、プラズマCVD法により成膜したシリコン酸化膜（図中□印で表す：P-SiO）は、有機絶縁膜との界面に近づくほど、エッチング速度が大きくなり、膜特性が劣化していることがわかる。これは、成膜初期の有機絶縁膜ダメージの影響を反映した結果である。一方、塗布法により形成した炭素を含むシリコン酸化膜（図中○印で表す：C-SiO）は、有機絶縁膜との界面に近づいてもエッチング速度にほとんど変化はない。これは、塗布法では、下地の有機絶縁膜にダメージが入らないため、有機絶縁膜のダメージの影響がないためである。また炭素を含むシリコン酸化膜は、炭素を入れた効果で比誘電率が3.0以下となり、不純物を含まないシリコン酸化膜の比誘電率4.2よりも小さくなった。

【0054】次に、本発明の半導体装置に係わる実施の形態の一例を、図5の概略構成断面図によって説明する。図5の（1）では、上記積層絶縁膜13を通常の層間絶縁膜に用いた半導体装置の構造を示し、図5の（2）では、上記積層絶縁膜13を配線間および配線層間の絶縁膜に用いたダマシ配線構造を有する半導体装置の構造を示す。

【0055】図5の（1）に示すように、基板20上に第1の配線21が形成され、その第1の配線21を覆う状態に第1の有機絶縁膜31が形成されていて、さらにその上に第1の炭素を含むシリコン酸化膜32が形成されている。第1の炭素を含むシリコン酸化膜32から第1の有機絶縁膜31に第1の配線21に達する第1の接続孔22が形成され、その第1の接続孔22の内部には第1のプラグ23がタングステンを埋め込んで形成されている。

【0056】さらに、第1の炭素を含むシリコン酸化膜32上には、第2の配線24が形成され、その第2の配線24を覆う状態に第2の有機絶縁膜33が形成されていて、さらにその上に第2の炭素を含むシリコン酸化膜34が形成されている。第2のシリコン酸化膜34から第2の有機絶縁膜33に第2の配線24に達する第2の接続孔25が形成され、その第2の接続孔25の内部には第2のプラグ26がタングステンを埋め込んで形成されている。

【0057】上記図5の（1）により説明した構成の配線構造を有する半導体装置では、層間絶縁膜が、第1の有機絶縁膜31と第1の炭素を含むシリコン酸化膜32とからなる積層絶縁膜、および第2の有機絶縁膜33と

第2の炭素を含むシリコン酸化膜34とからなる積層絶縁膜で形成されていることから、従来の有機絶縁膜上に炭素等の不純物を含まないシリコン酸化膜（比誘電率=4.2）を積層したものより比誘電率が低いものとなる。

【0058】つまり、シリコン酸化膜は炭素を含むことにより比誘電率を下げる特徴があるため、上記炭素を含むシリコン酸化膜は炭素等の不純物を何も含まないシリコン酸化膜よりも比誘電率が低いものとなるからである。さらに炭素を含むシリコン酸化膜は、その膜中に炭素量が8at%以上25at%以下含まれていることから、その比誘電率は炭素の含有量によるが、例えば2.0〜3.0程度となる。また、有機絶縁膜の比誘電率は通常3.0以下となっている。したがって、有機絶縁膜と炭素を含むシリコン酸化膜とを合わせた比誘電率は3.0以下となり、低誘電率な積層絶縁膜が構成される。そのため、上記積層絶縁膜を配線層間や配線間に用いることにより、配線層間容量や配線間容量が低減され、信号伝播遅延等の半導体装置の性能の向上が図られる。また、炭素の含有量を上記のように設定した理由は、前記説明した理由と同様である。

【0059】また、有機絶縁膜をエッチングする際に、炭素を含むシリコン酸化膜をエッチングマスクとして使い、それを残して半導体装置の絶縁膜に用いても、上記説明したように、積層絶縁膜の比誘電率は3.0以下となる。

【0060】一方、図5の（2）に示すように、基板40上に第1の有機絶縁膜51が形成されていて、さらにその上に第1の炭素を含むシリコン酸化膜52が形成されている。第1の炭素を含むシリコン酸化膜52と第1の有機絶縁膜51には第1の溝41が形成され、その内部に第1の配線42が形成されている。上記第1の炭素を含むシリコン酸化膜52上には第1の配線42を覆う第2の有機絶縁膜53、第2の炭素を含むシリコン酸化膜54、第3の有機絶縁膜55、第3の炭素を含むシリコン酸化膜56が順に積層されている。

【0061】上記第2の炭素を含むシリコン酸化膜54と第2の有機絶縁膜53とには、第1の配線42に達する第1の接続孔43が形成され、その第1の接続孔43の内部には第1のプラグ44が形成されている。第3の炭素を含むシリコン酸化膜56と第3の有機絶縁膜55とには、第2の溝45が形成され、その内部に第1のプラグ44に接続する第2の配線46が形成されている。なお、第1のプラグ44と第2の配線46とは一体に形成されたものであってもよい。

【0062】さらに、第3の炭素を含むシリコン酸化膜56上には、第2の配線44を覆う、第4の有機絶縁膜57と第4の炭素を含むシリコン酸化膜58とが順に積層されている。この第4の炭素を含むシリコン酸化膜58と第4の有機絶縁膜57とには、第2の配線44に達



する第2の接続孔47が形成され、その第2の接続孔47の内部には第2のプラグ48が形成されている。

【0063】上記図5の(2)により説明した構成の配線構造を有する半導体装置では、配線間絶縁膜が、第1の有機絶縁膜51と第1の炭素を含むシリコン酸化膜52とからなる積層絶縁膜、および第3の有機絶縁膜55と第3の炭素を含むシリコン酸化膜56とからなる積層絶縁膜で形成されていて、配線層間絶縁膜が、第2の有機絶縁膜53と第2の炭素を含むシリコン酸化膜54とからなる積層絶縁膜、および第4の有機絶縁膜57と第4の炭素を含むシリコン酸化膜58とからなる積層絶縁膜で形成されていることから、各配線間絶縁膜および各配線層間絶縁膜ともに、従来の有機絶縁膜上に炭素等の不純物を含まないシリコン酸化膜(比誘電率=4.2)を積層したものより比誘電率が低いものとなる。

【0064】つまり、シリコン酸化膜は炭素を含むことにより比誘電率を下げる特徴があるため、上記炭素を含むシリコン酸化膜は炭素等の不純物を何も含まないシリコン酸化膜よりも比誘電率が低いものとなるからである。さらに炭素を含むシリコン酸化膜は、その膜中に炭素量が8at%以上25at%以下含まれていることから、その比誘電率は炭素の含有量によるが、例えば2.0~3.0程度となる。また、有機絶縁膜の比誘電率は通常3.0以下となっている。したがって、有機絶縁膜と炭素を含むシリコン酸化膜とを合わせた比誘電率は3.0以下となり、低誘電率な積層絶縁膜が構成される。そのため、上記積層絶縁膜を配線層間や配線間に用いることにより、配線層間容量や配線間容量が低減され、信号伝播遅延等の半導体装置の性能の向上が図られる。また、炭素の含有量を上記のように設定した理由は、前記説明した理由と同様である。

【0065】また、有機絶縁膜をエッチングする際に、炭素を含むシリコン酸化膜をエッチングマスクとして用い、それを残して半導体装置の絶縁膜に用いても、上記説明したように、積層絶縁膜の比誘電率は3.0以下となる。

【0066】次に、本発明の半導体装置の製造方法に係わる実施の形態の一例を、図6の概略構成断面図によって説明する。図6では、上記説明した積層絶縁膜をデュアルダマシン構造に適用した事例を示す。

【0067】図6に示すように、表面に絶縁膜(図示せず)を形成した基板60上に有機絶縁膜61と炭素等の不純物を含まないシリコン酸化膜(以下単に、シリコン酸化膜と記す)62を積層して形成する。次いで既存の溝配線の形成技術により、シリコン酸化膜62と有機絶縁膜61とに配線溝63を形成する。次いで、通常の成膜技術として、例えばスパッタリングにより、配線溝63の内面にバリアメタル層64を形成した後、メッキ法等により配線溝64の内部に配線金属層を埋め込む。そしてCMPにより、シリコン酸化膜62上の余分な配線

金属層とバリアメタル層を除去した後、配線溝64の内部にバリアメタル層63を介して配線金属層からなる第1の配線65を形成する。

【0068】次いで、例えばプラズマCVD法により、上記第1の配線65を覆う状態に上記シリコン酸化膜62上に窒化シリコン膜66を形成する。

【0069】次に、上記窒化シリコン膜66上に第1の有機絶縁膜81を、例えばポリアリアルエーテル膜(比誘電率=2.75)で形成する。さらにその上に第1の炭素を含むシリコン酸化膜82を形成する。この第1の炭素を含むシリコン酸化膜82は、例えば炭素を8at%~25at%程度含むものであり、好ましくは炭素を10at%~20at%程度含むものであつて、ここでは20at%の炭素を含むシリコン酸化膜(比誘電率=2.70)で形成した。

【0070】次いで、通常のレジスト塗布技術により第1の炭素を含むシリコン酸化膜82上にレジスト膜(図示せず)を形成した後、リソグラフィ技術により第1の配線65に達する接続孔を形成するための開口パターン(図示せず)をレジスト膜に形成する、その後、そのレジスト膜をエッチングマスクに用いて、第1の炭素を含むシリコン酸化膜82と第1の有機絶縁膜81をエッチングして、接続孔67を形成する。

【0071】このエッチングでは、レジスト膜は第1の炭素を含むシリコン酸化膜82をエッチングする際にエッチングマスクの機能を果たし、第1の有機絶縁膜81をエッチングする際には、同時にエッチングされて除去される。そのため、第1の有機絶縁膜81をエッチングする際には、第1の炭素を含むシリコン酸化膜82がエッチングマスクの機能を果たす。なお、エッチング中にレジスト膜が除去されるため、エッチング後のレジスト除去プロセスは必要ない。

【0072】次に、上記第1の炭素を含むシリコン酸化膜82上に接続孔67を埋め込む状態に第2の有機絶縁膜83を、例えばポリアリアルエーテル膜(例えば、比誘電率=2.75)で形成する。次いで、第2の有機絶縁膜83上に第2の炭素を含むシリコン酸化膜84を形成する。この第2の炭素を含むシリコン酸化膜84は、例えば炭素を8at%~25at%程度含むものであり、好ましくは炭素を10at%~20at%程度含むものであつて、ここでは20at%の炭素を含むシリコン酸化膜(例えば、比誘電率=2.70)で形成した。このようにして、有機絶縁膜と炭素を含むシリコン酸化膜とからなる積層絶縁膜を2層に形成する。

【0073】次いで、通常のレジスト塗布技術により第2の炭素を含むシリコン酸化膜84上にレジスト膜(図示せず)を形成した後、リソグラフィ技術により接続孔67に達する配線溝を形成するための溝開口パターン(図示せず)をレジスト膜に形成する、その後、そのレジスト膜をエッチングマスクに用いて、第2の炭素を含

むシリコン酸化膜84と第2の有機絶縁膜83をエッチングして、接続孔67に達する配線溝68を形成する。さらにエッチングを進めて、接続孔67を再び形成する。

【0074】このエッチングでは、レジスト膜は第2の炭素を含むシリコン酸化膜84をエッチングする際にエッチングマスクの機能を果たし、第2の有機絶縁膜83をエッチングする際には、同時にエッチングされて除去される。そのため、第2の有機絶縁膜83をエッチングする際には、第2の炭素を含むシリコン酸化膜84がエッチングマスクの機能を果たす。また接続孔67を再び形成する際には、第1の炭素を含むシリコン酸化膜82がエッチングマスクの機能を果たす。なお、エッチング中にレジスト膜が除去されるため、エッチング後のレジスト除去プロセスは必要ない。

【0075】その後、例えばスパッタリングにより、上記接続孔67と上記配線溝68の各内面にバリアメタル層69を例えば窒化タンタルで形成する。さらに、スパッタリングにより銅を堆積してシード層を形成した後、例えば電解メッキ法により、上記接続孔67と上記配線溝68の各内部に銅を埋め込む。そのとき、上記第2の炭素を含むシリコン酸化膜84上にも銅が堆積される。

【0076】その後、CMPによって、上記第2の炭素を含むシリコン酸化膜84上に形成された余分な銅およびバリアメタル層を除去する。このとき、第2の炭素を含むシリコン酸化膜84は、CMP時に研磨ストップとなる。その結果、配線溝68の内部に上記バリアメタル層69を介して銅からなる第2の配線70が形成され、接続孔67の内部に上記バリアメタル層69を介して銅からなるプラグ71が形成される。

【0077】次に、炭素を含むシリコン酸化膜のエッチング特性について調べた。

【0078】まず、マグネトロンエッチング装置を用い、従来用いていたシリコン酸化膜の加工条件と同様に、エッチングガスにC<sub>4</sub>F<sub>8</sub>（供給流量が例えば12 sccm）と一酸化炭素（供給流量が例えば150 sccm）とアルゴン（供給流量が例えば200 sccm）とを用い、印加パワーを1.60 kW、圧力を5.3 Pa、基板温度を15℃に設定してエッチング加工を行った。その結果、従来のシリコン酸化膜のエッチング加工で得られていたエッチング速度＝400 nm/分がシリコン酸化膜中に炭素を含むことにより、エッチング速度が1/5の80 nm/分になった。これは、選択比5であり、いわゆる、シリコン酸化膜との選択比が取れることになる。炭素の混入により、エッチングの抜け性は悪化するが、サイドエッチングが入りにくくなるため、垂直加工性に優れているという利点がある。

【0079】上記同様のマグネトロンエッチング装置を用いて、炭素含有シリコン酸化膜の実用的な加工速度を得るために、次のような加工条件を見いだした。その加

工条件の一例としては、エッチングガスにC<sub>4</sub>F<sub>8</sub>（供給流量が例えば7 sccm）とアルゴン（供給流量が例えば200 sccm）と酸素（供給流量が例えば3 sccm）とを用い、印加パワーを1.60 kW、圧力を5.3 Pa、基板温度を15℃に設定する。この加工条件にてエッチングを行った結果、350 nm/分のエッチング速度が得られた。この加工条件で炭素を含まないシリコン酸化膜をエッチング加工すると、その際のエッチング速度は330 nm/分であり、炭素含有シリコン酸化膜のエッチング速度とほとんど変わらない値となった。しかしながら、望まれる垂直加工形状を得ることは難しい。

【0080】そこで、上記同様のマグネトロンエッチング装置を用い、実用的なエッチング速度が得られ、垂直加工形状も得られるエッチング条件として、次のような加工条件を見いだした。その加工条件の一例としては、エッチングガスにC<sub>4</sub>F<sub>8</sub>（供給流量が例えば7 sccm）とアルゴン（供給流量が例えば100 sccm）と窒素（供給流量が例えば100 sccm）とを用い、印加パワーを1.60 kW、圧力を5.3 Pa、基板温度を15℃に設定する。この加工条件にてエッチングを行った結果、350 nm/分のエッチング速度が得られた。このとき、望まれる垂直加工形状も得ることができた。

【0081】別の加工条件としては、2周波印加平行平板型プラズマエッチング装置を用い、エッチングガスにC<sub>4</sub>F<sub>8</sub>（供給流量が例えば7 sccm）とアルゴン（供給流量が例えば400 sccm）と酸素（供給流量が例えば10 sccm）とを用い、印加ソースパワーを1.80 kW、RFバイアスパワーを1.20 kW、エッチング雰囲気圧力を4.0 Pa、基板温度を0℃に設定した。

【0082】また別の加工条件としては、電子サイクロトロン共鳴（以下ECRという、ECRはElectron Cyclotron Resonanceの略）プラズマエッチング装置を用い、エッチングガスにC<sub>4</sub>F<sub>8</sub>（供給流量が例えば5 sccm）とアルゴン（供給流量が例えば100 sccm）と酸素（供給流量が例えば7 sccm）とを用い、印加ソースパワーを1.50 kW、RFバイアスパワーを900 W、エッチング雰囲気圧力を1.0 Pa、基板温度を20℃に設定した。

【0083】上記加工条件は一例であり、上記条件に限定されることはない。

【0084】上記半導体装置の製造方法では、第1の炭素を含むシリコン酸化膜82は、第1の有機絶縁膜81をエッチング加工する際にマスクとしての機能を果たし、第2の炭素を含むシリコン酸化膜84は、第2の有機絶縁膜83をエッチング加工する際にマスクとしての機能を果たして、製造工程が終了した後も半導体装置の一部として残ることが特徴となっている。このよう

に第1、第2の炭素を含むシリコン酸化膜82、84が残っていても、それぞれの膜の比誘電率が3.0以下と低いので、配線間、配線層間の容量増にはならない。

【0085】上記半導体装置では、第2の配線69が第1、第2の有機絶縁膜81、83に挟まれた炭素を含むシリコン酸化膜82の上に形成されていることが、構造上の特徴となっている。この加工プロセスは、従来のプラズマCVD酸化膜で知られているような加工方法を用いて、加工条件のみを上記記載したような条件として作製した。このような構造では、第1、第2の有機絶縁膜81、83と第1、第2の炭素を含むシリコン酸化膜82、84からなる層間絶縁膜85の比誘電率は、全て2.7~2.8の材料で構成されており、同層配線間、配線層間の実効比誘電率も3.0を超えることがない。そのため、信号伝播速度の遅延が大幅に減少される。

#### 【0086】

【発明の効果】以上、説明したように本発明の積層絶縁膜によれば、有機絶縁膜上に形成されている炭素を含むシリコン酸化膜は、シリコン酸化膜中に炭素を含むことにより、炭素等の不純物を含まない従来のシリコン酸化膜の無機質的特性を保ちつつ、比誘電率が低い膜となっている。したがって、比誘電率が低い有機絶縁膜上に無機的特性を持つ絶縁膜を形成しても低誘電率化が図れる。よって、本発明の積層絶縁膜を配線層間や配線間に用いることにより、配線層間容量や配線間容量を低減することができ、信号伝播遅延等の半導体装置の性能の向上を図ることができる。また、炭素を含むシリコン酸化膜が無機質的特性を持つので、有機絶縁膜をエッチングする際に炭素を含むシリコン酸化膜をエッチングマスクとして用いることができる。

【0087】本発明の積層絶縁膜の製造方法によれば、塗布法によって有機絶縁膜上に炭素を含むシリコン酸化膜を成膜するので、低温成膜が可能になり、その上成膜時にプラズマやスパッタ作用を受けないので、有機絶縁膜の表面は成膜によるダメージを回避することができる。また炭素を含むシリコン酸化膜は、無機的特性を持ちかつ比誘電率が低い膜であるので、有機絶縁膜をエッチングする際にエッチングマスクとして用いることができる。そしてエッチングマスクとして用いた炭素を含むシリコン酸化膜を残しておいても、低誘電率化が図れる。よって、半導体装置の層間絶縁膜に製造工程のプロセスマージンを拡大することができる。

【0088】本発明の半導体装置によれば、有機絶縁膜上に形成されている炭素を含むシリコン酸化膜は、シリ

コン酸化膜中に炭素を含むことにより、炭素等の不純物を含まない従来のシリコン酸化膜の無機質的特性を保ちつつ、比誘電率が低い膜となっている。したがって、比誘電率が低い有機絶縁膜上に無機的特性を持つ絶縁膜を形成しても低誘電率化が図れる。よって、有機絶縁膜上に炭素を含むシリコン酸化膜を形成した積層絶縁膜を配線層間や配線間に用いることにより、配線層間容量や配線間容量を低減することができるので、信号伝播遅延等の半導体装置の性能の向上を図ることができる。また、炭素を含むシリコン酸化膜が無機質的特性を持つので、有機絶縁膜をエッチングする際に炭素を含むシリコン酸化膜をエッチングマスクとして用いた後、炭素を含むシリコン酸化膜を残すことができる。

【0089】本発明の半導体装置の製造方法によれば、塗布法によって有機絶縁膜上に炭素を含むシリコン酸化膜を成膜するので、低温成膜が可能になり、その上成膜時にプラズマやスパッタ作用を受けないので、有機絶縁膜の表面は成膜によるダメージを回避することができる。また炭素を含むシリコン酸化膜は、無機質的特性を持ちかつ比誘電率が低い膜であるので、有機絶縁膜をエッチングする際にエッチングマスクとして用いることができる。そしてエッチングマスクとして用いた炭素を含むシリコン酸化膜を残しておいても、低誘電率化が図れる。よって、半導体装置の層間絶縁膜の製造工程におけるプロセスマージンを拡大することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の積層絶縁膜とその製造方法に係わる実施の形態の一例を示す概略構成断面図である。

【図2】炭素を含むシリコン酸化膜の炭素の含有量の範囲を示す炭素を含むシリコン酸化膜の比誘電率と炭素の含有量との関係図である。

【図3】本発明の積層絶縁膜を用いた構成例を示す概略構成断面図である。

【図4】シリコン酸化膜のエッチング速度の膜厚方向依存性を示すエッチングレートと有機絶縁膜に残るシリコン酸化膜の膜厚との関係図である。

【図5】本発明の半導体装置に係わる実施の形態の一例を示す概略構成断面図である。

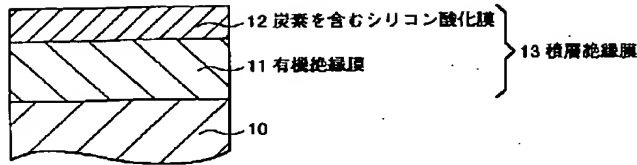
【図6】本発明の半導体装置の製造方法に係わる実施の形態の一例を示す概略構成断面図である。

【図7】課題を示す概略構成断面図である。

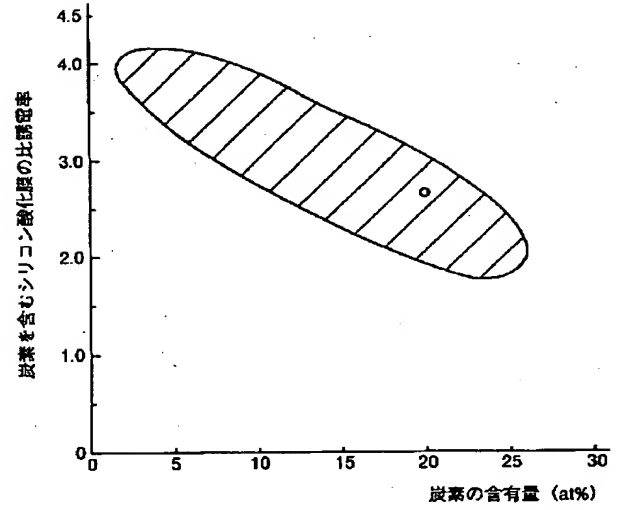
#### 【符号の説明】

11…有機絶縁膜、12…炭素を含むシリコン酸化膜、  
13…積層絶縁膜

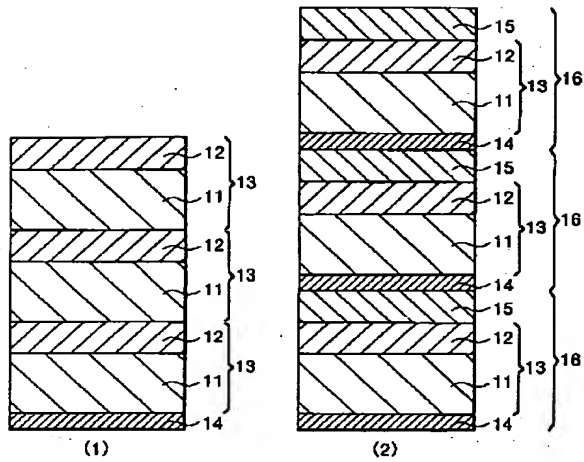
【図1】



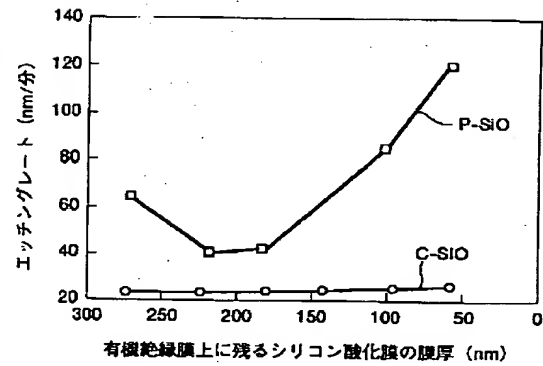
【図2】



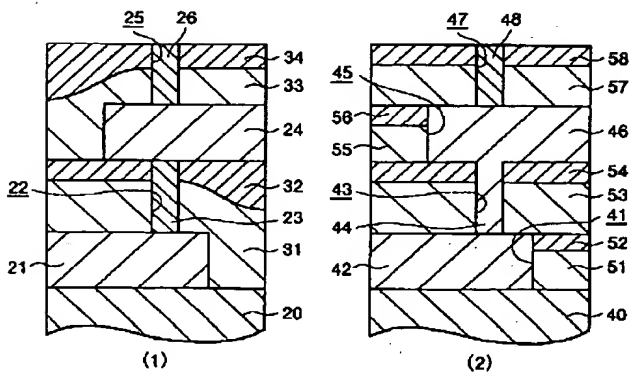
【図3】



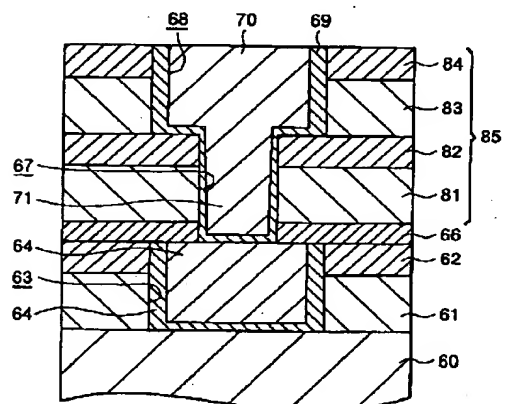
【図4】



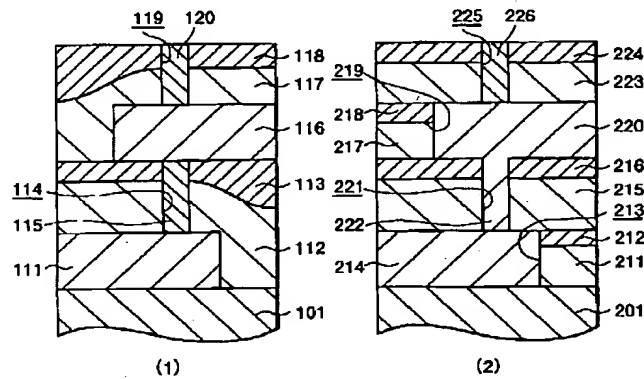
【図5】



【図6】



【図 7】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード (参考)
C 0 8 L 83/04		C 0 8 L 83/04	5 F 0 5 8
H 0 1 L 21/3065		H 0 1 L 21/312	A
21/312		C 0 8 J 7/00	3 0 7
21/768		H 0 1 L 21/302	F
// C 0 8 J 7/00	3 0 7	21/90	S
			Q

(72) 発明者 鬼頭 英至  
 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニ  
 ー株式会社内  
 (72) 発明者 長谷川 利昭  
 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニ  
 ー株式会社内

F ターム (参考) 4F006 AA18 AA31 AA39 AA42 AB39  
 AB54 BA16 CA08 DA04 EA01  
 EA05  
 4F073 AA06 BA33 BA49 BA52 BB01  
 CA49 DA01 DA05  
 4J002 CP031 DA016 FD206 GQ05  
 5F004 AA02 BA04 BA13 BA14 CA02  
 CA03 CA04 DA00 DA23 DB03  
 DB23 EA06 EB03  
 5F033 JJ11 JJ32 MM01 PP15 PP27  
 QQ09 QQ10 QQ13 QQ28 QQ48  
 QQ49 RR04 RR06 RR12 RR20  
 RR22 RR24 RR25 SS15 SS22  
 TT04 WW04 XX24 XX25  
 5F058 AA10 AD01 AD07 AD09 AE05  
 AF04 AG01 AH01 AH02